ゲルマニウム半導体検出装置　仕様書

本仕様書は、環境試料中の放射性物質（ガンマ線放出核種）の核種分析を行うために設置するゲルマニウム半導体検出装置の基本的仕様を定めたものである。

１　一般事項

（１）　装置の名称

ゲルマニウム半導体検出装置

（２）　装置の設置場所

札幌市北区北二十条西 12 丁目１番地

北海道立衛生研究所庁舎（第２実験棟）増築棟　1F　計測室

（３）　契約の範囲

本仕様書に定める契約の範囲は、当該装置の納入、据付、調整及び関連作業等の一切を含むものとする。

（４）　納入期限

平成 27 年 3 月 27 日（金）とする。

ただし、天災等受注者の責に帰さない理由により、期限までに納入することが著しく困難な場合には、道及び受注者の協議の上、別に定めることができるものとする。

（５）　適用法規等

機器等の設置に当たっては、本仕様書によるほか、次の関係法令等の規則及び規定を満足するものとする。

ア　電気設備に関する技術基準

イ　日本工業規格（ＪＩＳ）

ウ　日本電機工業会規格（ＪＥＭ）

エ　電気規格調査会（ＪＥＣ）規格

オ　北海道財務規則

カ　環境放射線監視及び温排水影響調査基本計画（平成 24 年７月、泊発電所環境保全監視協議会）

キ　環境放射線監視測定方法（平成 24 年６月、泊発電所環境保全監視協議会技術部会）

ク　環境放射線モニタリング指針（平成 20 年３月（平成 22 年４月一部改訂）、原子力安全委員会）

ケ　文部科学省放射能測定法シリーズ

コ　その他、道が必要と認める関係法令等

（６）　申請手続

本設備に係る関係官庁等に対する免許、許可及び届出等が必要な時は、必要な書類作成及び手続きは、道の委任を受けて受注者が代行するものとする。

なお、申請手続等に必要な費用は受注者が負担するものとする。

（７）　業務処理工程表

受注者は、本装置の納入、据付及び調整、並びに関連作業等について、道と道が指定する北海道衛生研究所庁舎（第２実験棟）増築その他工事の責任者と調整のうえ、事前に業務処理工程表を道に提出するものとする。

（８） 検査

受注者は、装置が完成したときは、速やかに作動試験を行い、正常に作動することを確認したうえで完成報告書及び検査成績書を提出すること。

上記検査のために必要な費用は、受注者の負担とする。

道は、上記報告書等を受けたときは、本装置の完成を確認するための検査を行うものとする。

（９） 引渡し

受注者は、上記検査に合格したときは、速やかに必要な手続きを経て本装置を道に引き渡すものとする。

（10） 技術指導

受注者は、本装置の引渡し前、道職員に対して日常的な操作及び保守点検等について必要な技術指導を行うものとする。

なお、その実施方法等については、別途打合せにより決定する。

（11） 特許権等

本装置に係わる第三者が所有している特許権、実用新案、版権、著作権等の使用についての責任は原則として受注者が負うものとする。

（12） 仕様書の解釈及び疑義

ゲルマニウム半導体検出装置の仕様に関し、本仕様書に明記されていない事項または記載されている事項の解釈に疑義が生じたときは、その都度、道と協議するものとする。

なお、道と協議せずに一方的に解釈し問題が生じたときは、道の指示により受注者の責任においてこれを改めるものとする。

（13） 承認仕様書

受注者は、あらかじめ本仕様書に基づき承認仕様書を作成、提出し、道の承認を受けるものとする。

なお、承認仕様書の作成にあたっては本仕様書の内容の一部を変更することを妨げるものではないが、この場合にあっては本仕様書の内容を低下させるものであってはならない。

（14） 仕様の変更

道又は受注者が承認仕様書の一部を変更する必要が生じたときは、原則として両者協議の上、受注者はあらためて変更仕様書を提出し、道の承認を受けた上で変更しなければならない。

（15） 保証

受注者は、装置の引渡し以後平成 28 年 3 月 31 日までの間に発生した故障の修復に要する一切の費用を負担する。ただし、明らかに道に過失のあった場合には、この限りではない。

また、保証期間中に発生した故障に対して、道から要請があった際には 48 時間以内に技術者を派遣できること。

（16） 提出書類

受注者は、次の書類を道に提出する。書類の大きさは、Ａ４またはＡ３折込とする。

提　出　図　書	内　　容	部数	提　出　期　限
(１)業務処理工程表	１（７）に定める内容	２	契約締結後１４日以内に
(２)承認仕様書	１（13）に定める内容	２	作成後速やかに
(３)完成報告書	１（８）に定める内容	２	完成後速やかに
(４)検査成績書	〃	２	完成報告書と併せて
(５)完成仕様書	図面等	２	〃
(６)申請書、許可書等	１（６）に定める内容	１	〃
(７)取扱説明書	各装置取扱、保守に関する説明書	２	本装置の引き渡し時

なお、受注者は次の書類を作成保管の上、道の指示を受けた時は速やかに提出するものとする。

- 作業日程（現地での作業日時、作業内容等）
- 打合せ議事録（道と打合せを行った日時、内容等）
- その他、道が必要と認める書類

（17）　その他

受注者は装置の設置に当たっては、既存の施設設備等に破損・不具合等を生じさせることがないよう十分に留意すること。

なお、設置等に伴い、既存の施設設備等に破損・不具合等が生じた場合は、受注者の責任で負担し復旧するものとする。

２　設備仕様の一般事項

（１）　構造等の条件

構成する機器は、次の条件を満足するものとすること。

ア　設備は、軽量、小型化を図り、日常の操作、点検、各部機器との接続等が容易に行えるとともに地震等に対して堅牢にして長時間の使用に耐えられる構造、材質とする。

また、操作性に優れた機種、機能であり、点検、修理のための交換、取扱いが容易であるものとする。

イ　設備は、各設置場所内で想定される温度及び湿度（設備周辺温度＋１５度～＋３０度、相対湿度８０パーセント以下）で安定して動作すること。

（２）　電気的必要条件

構成する機器は、次の条件を満足するものとすること。

ア　切替部、回転部、接触部等は動作良好なものを使用し、繰返し動作において電気的性能を低下させないこと。

イ　電気回路には、誘雷等の外部からの異常電圧により機器が故障する恐れのないように保護装置又は保護回路を設けること。

ウ　機器の対アース絶縁抵抗及び耐圧は、半導体、コンデンサ及び分路抵抗を除き、次のとおりとする。

回路電圧　２５０Ｖ以下

絶縁抵抗　５００Ｖメガーで１０ＭΩ以上

耐　　圧　ＡＣ１５００Ｖ　１分間

エ　電源電圧及び周波数の１０パーセント変動範囲で正常に動作すること。

（３）　機械的必要条件

構成する機器は、次の条件を満足するものとすること。

ア　切替部、回転部、接触部等は、動作良好なものを使用し機械的強度が堅固であること。

イ　ビス、ナット等はＩＳＯ規格のものを使用し、それらの締めつけは十分であり、回転体による調整部分は十分固定し、ペイントロックを施すものとする。

（４）　配線及び接続

構成する機器間の配線及び接続は、次の条件を満足するものとすること。

ア　配線材料はＪＩＳ規格以上のものを使用し､配線色は原則としてＪＩＳ－Ｃ－６００３(９色）によること。

イ　配線は、特に必要と認められるもののほか、可能な限りプリント配線とすること。

ウ　プリント部、コネクタ部を含めて主要部分は接触不良が生じないように考慮すること。特に重要な部分には、必要に応じて金メッキ処理を施すこと。

エ　機器間の配線は､すべて耐久性､耐油性､耐熱性及び耐食性の良好なものを使用すること。

（５）　信頼度

機器に使用する部品は、全て良質なものを使用し、各構成機器は「減価償却資産の耐用年数等に関る省令」に定める法定償却期間内においては著しい改造を要することなく、その性能を保つものでなければならない。

３　機器仕様

（１）　ゲルマニウム半導体検出器：１台

ア　検出器タイプ　　：Ｐ型高純度ゲルマニウム半導体

イ　相対効率　　：20%以上

ウ　分解能　　：FWHM 2.0keV 以下
（Co-60 : 1.33MeV ピークに対して）
：FWHM 1.0keV 以下
（Co-57 : 122keV ピークに対して）

エ　ピーク形状　　：FW.1M／FWHM 1.9 以下

オ　ピーク対コンプトン比　　：48 : 1 以上であること
（Co-60 : 1.33MeV ピークに対して）

カ　測定範囲エネルギー範囲　：50keV～2000keV のものを測定できること

キ　エンドキャップ材質　　：バックグラウンドが十分低いアルミニウム又はカーボンファイバー製とすること

ク　クライオスタット形状　　：縦型

ケ　機能

（ア）　高圧シャットダウン
結晶温度の上昇時に自動的に高圧の印加電圧を遮断する機能を有すること。

（イ）　その他

ａ　クライオスタット中心と検出器エンドキャップ中心軸が一致していること。

ｂ　測定結果は原子力環境センターのゲルマニウム半導体検出器による測定値と比較

して、統計的に有意な差が見られないものであること。試験する項目については事前に道の承認を得ること。

c　液体窒素蒸発防止機能付き冷却装置が稼働中も上記仕様を満たすこと。

（２）　多重波高分析器（マルチチャンネルアナライザ／デジタルスペクトルアナライザ）：１台

多重波高分析器本体での操作又は、測定用パソコンからネットワークを介して直接リモート操作による制御が可能であり、多重波高分析器本体及び測定用パソコンにデータの保存ができること。

ゲインの自動調節が行えること、また自動ポールゼロ調節機能を有し、ポールゼロ調節機能が正常に動作していることを確認できること。

ア　インターフェイス及びスペクトル表示関連部等

（ア）　外部 PC 接続方式　　：Gigabit Ethernet 又は USB 対応

（イ）　スペクトル表示　　：スペクトルの全体表示と拡大表示をディスプレイまたは接続した外部 PC の画面上で表示できること。

（ウ）　スペクトル表示モード：シングル表示、コンペア表示、マルチ表示

（エ）　スペクトル情報　　：測定開始日時、プリセットモード、プリセット値、リアルタイム、ライブタイム、デッドタイム表示

（オ）　スケール　　：Ｙ軸／ログ、リニア、オートログ、オートリニアスケール　Ｘ軸、Ｙ軸／ルーラー付き

（カ）　ユーザーインターフェイス：複数のアイコンで構成されるツールバーとポップアップメニュー

（キ）　ピークサーチ　　：ピークサーチを行い認識ピークに ROI を設定、ピーク情報の表示可能

（ク）　スペクトル演算　　：2 スペクトル間の加減乗除演算（ノーマライズ機能付）

（ケ）　スムージング　　：5 点スムージング可能

（コ）　エネルギー校正　　：2 点直線近似

イ　信号処理部

（ア）　変換方式　　：DSP ベース　デジタルパルスシェーピング

（イ）　メモリサイズ　　：16k チャンネル 24 ビット以上　セグメント分割　最大 8

（ウ）　コンバージョンゲイン：256/512/1k/2k/4k/8k/16k

（エ）　プリセット　　：OFF、リアルタイム、ライブタイム、ROI ピークカウント、ROI グロスカウント

（オ）　システムゲイン　　：コースゲイン及びファインゲイン調整ができ、検出器の分解能の性能を満足できること。

（カ）　スループット　　：100kcps 以上

（キ）　ROI 設定数　　：256 個まで設定可能なこと。

（ク）　スタビライザ機能　　：ゼロ＆ゲインによる２点ドリフト補正

（ケ）　積分非直線性　　：0.025%以内（フルスケールの 99%範囲において）

（コ）　微分非直線性　　：±1%以内（フルスケールの 99%範囲において）

ウ 高圧電源部

（ア） 電圧 ：0～±5kV

（イ） 電流 ：最大 100μA

（ウ） リモートシャットダウン：検出器に異常（過負荷、短絡、検出部温度異常など）が発生した場合、自動的に検出器を保護する機能を有すること。

（エ） 表示機能 ：高圧電源の ON/OFF、電圧レベル、極性の表示ができること。

（オ） 保護機能 ：オーバーカレントリミッタ

エ その他

測定中表示 ：測定状態有無の表示ができる機能を備えていること。

（３） 液体窒素蒸発防止機能付き冷却装置：1 台

液体窒素冷却をベースとし、電気式の液体窒素蒸発防止機能を備えていること。

液体窒素蒸発防止機能が正常に動作している状態で、連続 6 ヶ月以上液体窒素を補給せずにゲルマニウム半導体検出器の冷却状態を維持できること。また、停電・故障等により動作しない場合においても、7 日間以上ゲルマニウム半導体検出器の冷却状態を維持できること。

ア 液体窒素容器 ：密閉構造とし、容量約 28L 以上とすること。

イ 自動復旧機能 ：停電後の自動復旧機能を備えること。

ウ 圧力警告 ：容器内の圧力を規程値以下に保ち、超えた場合は安全弁が働くこと。

エ 液体窒素モニター ：液体窒素の残量が表示できること。

（４） 遮へい体：1 式

ゲルマニウム半導体検出器を収容した状態で、4 π方向を囲うことが可能なこと。

ア 材質及び厚さ：鉛 100mm 厚以上且つ内張りが無酸素銅 1.6mm 以上及びアクリル 5mm 厚以上又はこれらに相当するもので、バックグラウンドが十分に低い材質を使用したものであること。

イ 試料室 ：ゲルマニウム半導体検出器を収容した状態で、文部科学省放射能測定法シリーズ 7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」（平成 4 年度改訂）に記載されている 2L マリネリ容器及び U-8 容器のほか、1L ポリ容器（φ101mm×185.5mm(H)）を用いた測定が可能な大きさであること。

ウ その他 ：2L マリネリ容器及び U-8 容器を、検出器との位置関係を固定するための治具を備えること。治具はアクリル製とし、容易に取り外しが可能なものであること。

（５） 測定用パソコン：1 台

測定用パソコンは使用できる検出器を限定せず、ケーブルの付け替え作業及び簡単な設定の変更のみで同仕様の検出器による測定分析作業が行えるものとすること。

ア オペレーティングシステム ：日本語版 Windows 7 Professional SP1 以上

イ CPU　：インテル®Core™ i5-4590 以上
ウ メインメモリ　：4GB 以上
エ ハードディスク容量　：500GB 以上
オ 光学ドライブ　：DVD スーパーマルチドライブ
（DVD±R/RW/RAM、CD-R/RW 対応）
カ ネットワークインターフェイス：1000BASE-T／100BASE-TX／10BASE-T に対応するポートを備えること。
キ 外部接続端子　：USB（2.0 又は 3.0）の空きポートを 2 個以上備えること。
ク 液晶ディスプレイ　：21 型ワイドディスプレイ以上
：解像度　HD1080（1920×1080）以上

（６） モノクロレーザープリンタ：1 台

測定用パソコンに接続し、測定結果等についてＡ４用紙での印刷が可能な未使用品であること。トナー等の消耗品については市販品で補充可能なものとし、新品が装着された状態であること。

（７） 無停電電源装置：1 式

ゲルマニウム半導体検出器、多重波高分析器及び測定用パソコンの停電時の機器の保全、プログラム及びデータ保護を目的とし、停電時、10 分間以上のバックアップが可能であり、停電が長時間に及ぶ際には自動的に安全にシャットダウンする機能を有すること。

また、給電装方式は常時インバーター方式とし、ゲルマニウム半導体検出器、多重波高分析器に対してノイズ等による影響を発生させないこと。

（８） ネットワーク機器：1 式

ゲルマニウム半導体検出器、多重波高分析器、測定用パソコン及びモノクロレーザープリンタを接続するのに必要なハブ、ケーブル等の機器を揃えること。

（９） ソフトウェア：1 式

ゲルマニウム半導体検出器を使用したガンマ線核種分析を行うため、以下の機能をもつソフトウェアを測定用パソコンにインストールすること。

ア 自動分析プログラム

分析装置選択→測定開始→分析条件入力→測定監視→データ収納→核種分析→結果帳票の一連の分析処理を順次実行できること。また、過去のスペクトルについて、分析条件を変えて再度核種分析を実行できること。

イ バックグラウンド分析プログラム

ピークバックグラウンド補正を実施するためのバックグラウンド分析が行えること。

ウ ガンマ線核種分析プログラム

核種の環境試料について、文部科学省放射能測定法シリーズ 7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」（平成４年度改訂）及び放射能測定法シリーズ 29「緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法」に準拠した解析を行えること。また、文部科学省放射能測定法シリーズ 13「ゲルマニウム半導体検出器を用いる機器分析のための前処理法」に記載のさまざまな試料分類を有し、分類ごとに異なる前処理法に対応した濃度計算を

行うことができること。

エ　結果帳票プログラム

標準及び詳細帳票、スペクトルプロット等の結果帳票をプリンターで出力でき、また分析済みスペクトルの結果を再出力できること。

また、分析結果を画面上でも確認できること。

オ　核種ライブラリー編集プログラム

核種分析で使用する核種分析用ライブラリー及び校正用核種ライブラリーの編集ができること。

カ　エネルギー校正プログラム

エネルギー校正用として収集したスペクトルからエネルギー対チャネル校正式、エネルギー対半値幅校正式を求めることができること。なお、計算部分は核種分析プログラムと共用すること。

キ　効率校正プログラム

形状ごとに効率校正用として収集したスペクトルから、エネルギー対検出効率校正式を求めることができること。基本部分は核種分析プログラムと共用すること。

ク　効率校正グループ化プログラム

効率の内挿法または高さ関数法を行うための効率校正ファイルを作成できること。

ケ　ピーク・トータル校正プログラム

ピーク対トータル比を求めるために収集した複数のスペクトルからサム効果補正に用いるエネルギー対ピーク・トータル比曲線（P／T 曲線）を求めることができること。

コ　検出器性能検査プログラム

性能検査用に収集したスペクトル（Co-57、Co-60）から半値幅（122keV、1.33MeV）、10 分の１幅（1.33MeV）、ピーク対コンプトン比（1.33MeV）、相対効率（1.33MeV）等の計算ができること。

サ　インタラクティブ分析プログラム

スペクトルをインタラクティブに分析しピークサーチ状況の作図ができること。なお、分析状況は画面上にその都度作図されること。

シ　多重波高分析器エミュレーションプログラム

多重波高分析器本体のコントロール、測定中スペクトルのライブモニタ、自動エネルギー調整等の操作をネットワークで接続されたパソコン上で行えること。

また、多重波高分析器設定調整禁止モードを装備し、誤操作による多重波高分析器の設定変更を防ぐ機能を備えること。

ス　データベース管理プログラム

環境試料の放射能分析結果を容易に入力、保存、検索できるデータベースを作成し、市販のソフトウェア（Excel 等）を用いて統計処理やグラフ等の作成ができること。

セ　保守管理プログラム

万一のトラブル発生時に迅速に対処するため、外部のパソコンからリモートメンテナンスを実行できること。ただしアクセス制限付セキュリティ機能を備え、不正アクセスを防止で

きること。

ソ　市販ソフトウェア

（ア）　Office Personal 2013

（イ）　その他、本仕様を満たすために必要なソフトウェア

（10）　その他

ア　付属品として以下のものを備えること

（ア）　補給用液体窒素容器

定格 30L 程度の運搬用液体窒素容器で、液体窒素蒸発防止機能付き冷却装置へ補給するために必要なホース、クライオポンプ等を備えること。

（イ）　核データ

文部科学省放射能測定法シリーズ及び Table of Isotope の最新版に基づき、核種名、半減期、ガンマ線ピークエネルギー、ガンマ線放出率等の核データを登録したライブラリーを、環境分析用と緊急時分析用の 2 種類作成すること。また、そのライブラリーの編集が可能であること。

（ウ）　カスケードテーブル

サム効果補正を必要とする核種についての核崩壊データライブラリを有し、サム効果補正が実施できること。

イ　重量

本装置の重量は全てをあわせて 2,000kg 未満とすること。

4　据付調整作業仕様

（1）　搬入

本装置の搬入については、受注者の責任で行うこと。設置場所の建屋については、平成２７年３月２５日まで工事を行っているので、事前に道と道が指定する北海道衛生研究所庁舎（第 2 実験棟）増築その他工事の責任者と日程及び運搬の方法について打ち合わせた上で行うこと。

（2）　据付

ゲルマニウム半導体検出器、液体窒素蒸発防止機能付き冷却装置及び遮へい体については 1100mm(W)×1100mm(D)の範囲に収まることとし、計測室内の指定する箇所に据付を行うこと。遮へい体と構造的に一体となる部分については、アンカーボルトで床面への固定を行うこと。

（3）　調整

各装置をケーブル等で接続し、ガンマ線核種分析が行える状態に調整し、校正を行うこと。

調整作業に必要な液体窒素等の消耗品については、受注者の負担で用意すること。

２Ｌマリネリ容器及び U-8 容器については効率曲線を作成すること。

性能検査を行い、全て正常に作動する状態を確認後に納品すること。